

QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza¹, Pedro Hurtado de Mendoza Borges², Maísa Pavani dos Santos Elias³, Pedro Hurtado de Mendoza Morais⁴, Lívio Lima Correa⁵

¹Profª Drª do Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (zairamorais09@gmail.com)

²Prof.Dr. do Departamento de Solos e Engenharia Rural. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

³Técnica Drª do Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁴Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁵Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017

DOI: 10.18677/EnciBio_2017A91

RESUMO

O carbono captado pelas plantas pode ser quantificado através do estudo da biomassa, confirmando a eficácia do sequestro de carbono feito por estas. Esse sequestro de carbono, efetuado pelas plantas, tornou-se um importante mecanismo de flexibilização, que auxilia a redução de emissões de gases do efeito estufa pelo mundo. O objetivo deste estudo foi quantificar e comparar os teores de carbono, em três espécies florestais nativas. As espécies estudadas foram a figueira (*Ficus maxima* Mill), o cajá (*Spondia mombin* L.) e o freijó (*Cordia goeldiana* Huber). O material foi separado em compartimentos designados como folhas, galhos, troncos e raízes. O teor de carbono foi quantificado pelo método de combustão seca e os dados foram analisados utilizando-se análise descritiva e análises multivariadas pela técnica de agrupamento. As espécies estudadas e os compartimentos apresentaram teores de carbono distintos. Analisando-se as espécies como um todo, o teor de carbono em *Ficus máxima* e na *Cordia goeldiana* foram similares, pois ficaram juntas em um só grupo. Já a *Spondia mombin* foi a espécie que apresentou o menor teor de carbono em comparação com as outras duas. Na análise de compartimentos por espécie, o *Ficus maxima* apresentou maior teor de carbono nos galhos e menor teor nas folhas, já para *Spondias mombin* o maior teor foi na folha e o menor nos galhos e tronco. Para a *Cordia goeldiana*, os maiores teores de carbono foram na raiz e os menores nas folhas. O compartimento que apresentou maior teor de carbono foi a folha.

PALAVRA-CHAVE: Árvores nativas, fixação de carbono, reflorestamento.

QUANTIFICATION OF CARBON IN NATIVE FOREST SPECIES

ABSTRACT

The carbon taken up by the plants can be quantified by studying the biomass, confirming the effectiveness of the carbon sequestration made by them. This carbon sequestration by plants has become an important flexibilization mechanism that helps reduce greenhouse gas emissions around the world. The objective of this study was to quantify and compare the carbon contents in three native forest species. The species studied were the fig tree (*Ficus maxima* Mill), the cajá (*Spondia mombin* L.) and the freijó (*Cordia goeldiana* Huber). The material was separated into compartments designated as leaves, branches, trunks and roots. The carbon content was quantified by the dry combustion method and the data were analyzed using descriptive analysis and multivariate analysis by the clustering technique. The studied species and the compartments presented different carbon contents. Analyzing the species as a whole, the carbon content in *Ficus maxima* and *Cordia goeldiana* were similar because they were in one group. *Spondia mombin* was the species that presented the lowest carbon content in comparison with the other two species. In the analysis of compartments by species, *Ficus maxima* presented higher carbon content in the branches and lower leaf content, while for *Spondias mombin*, the highest content was in the leaf and the lowest in the branches and trunk. For *Cordia goeldiana*, the highest carbon contents were in the root and the lowest in the leaves. The compartment that presented the highest carbon content was the leaf.

KEYWORDS: Native trees, carbon fixation, reforestation.

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas estão cada vez mais presentes nos dias atuais, devido em grande parte, ao aumento das emissões de gases de efeito estufa. Dentre esses gases, o dióxido de carbono (CO₂) é um dos que mais contribui para o aquecimento global e isso se deve principalmente às atividades industrial e agrícola, ao consumo de combustíveis fósseis e a devastação de florestas (SOUZA & LUAN, 2013).

O aumento significativo na emissão desses gases responsáveis pelo efeito estufa, tem sido uma das grandes preocupações de cientistas e líderes mundiais, e em função disso, este tema vem sendo alvo de discussão em diversas conferências pelo mundo, com a finalidade de estabelecer metas para conter essas emissões (DALLAGNOL et al., 2013). Diante deste cenário, fica evidente a importância da preservação das florestas nativas, do florestamento e do reflorestamento como alternativas para a diminuição da concentração de gases poluentes atmosféricos (BARBOSA et al., 2013). Isso justifica-se devido ao fato das florestas realizarem a captura e fixação do carbono, favorecendo dessa forma, a mitigação de créditos de carbono pelo mundo (DALLAGNOL et al., 2013).

O carbono captado pode ser quantificado através da estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo, bem como a concentração de CO₂ nas diferentes partes da mesma (ALMEIDA et al., 2010). Através da pesquisa *in loco* e coleta de determinadas espécies vegetais, é possível obter e estimar o nível de carbono existente em cada uma das espécies, confirmando deste modo, a eficácia do sequestro de carbono feito pela vegetação (BARBOSA et al., 2013). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi quantificar o teor de carbono nos compartimentos (raiz, tronco, galhos e folhas) de três espécies arbóreas nativas, provenientes de reflorestamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo.

O estudo foi realizado em uma área de reflorestamento, plantado para fins de sequestro de carbono, dentro de uma fazenda localizada na região noroeste do Estado de Mato Grosso, no Município de Cotriguaçu (09°52'24"S, 58°13'17"W). A área total da fazenda é de aproximadamente 10.000 hectares, dos quais 7.000 ha são recobertos por florestas naturais, 1.000 ha são áreas de proteção permanente (APPs), 300 ha são de regeneração natural e 1.700 ha são de reflorestamentos com diferentes espécies arbóreas.

Amostragem.

A amostragem foi feita com base no inventário florestal da fazenda realizado no ano de 2014, para os plantios florestais e para as áreas de regeneração natural. Com o intuito de garantir a representatividade das espécies selecionadas, foi feita uma distribuição diamétrica, com seis intervalos de classes (inclusive o DAP – diâmetro altura do peito), desconsiderando-se valores abaixo de 5 cm. No final, foram escolhidas as espécies figueira (*Ficus maxima* Mill), cajá (*Spondia mombin* L.) e freijó (*Cordia goeldiana* Huber). Após separação das espécies por classes diamétricas, selecionou-se uma árvore por intervalo de classe, efetuando-se a derrubada e o seccionamento dos compartimentos (raízes, tronco, galhos e folhas), coletando-se três amostras para cada compartimento.

A metodologia utilizada para a pesagem da biomassa verde foi realizada conforme recomendações do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change, 2009*), separando-se e pesando-se a biomassa por compartimentos individuais (folhas, galhos, troncos e raízes). Após seleção, derrubada, classificação e pesagem, o material foi identificado e analisado em laboratório. Ao todo foram enviados para análise 216 amostras (3 espécies x 6 classes de diâmetro x 4 compartimentos x 3 repetições por compartimento = 216).

Análises laboratoriais.

Em laboratório as amostras foram secas ao ar livre, picadas, moídas e acondicionadas em recipientes herméticos. Para determinação do teor de umidade, o material foi seco em estufa com circulação de ar forçado, a uma temperatura média de 103°C±2°C e pesados periodicamente até atingir valores constantes. Os resultados foram calculados pela diferença entre o peso inicial e final e expresso em porcentagem. Para determinação dos teores de carbono, pesou-se 15 gramas do material moído seco, e em seguida, efetuou-se a quantificação pelo método de combustão seca, utilizando-se o analisador Multi N/C® 3100 (Analytk Jena, Alemanha).

Análise estatística dos dados.

Realizou-se a análise descritiva dos resultados, calculando-se a média, a mediana, o desvio padrão, coeficiente de variação e o intervalo de confiança para 5% de probabilidade. Em seguida, aplicou-se a estatística multivariada denominada análise de agrupamento (*clusters*), para as espécies e seus compartimentos, utilizando-se a distância euclidiana e a ligação completa na definição dos grupos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 apresenta-se a estatística descritiva dos percentuais médios de carbono para as espécies estudadas e seus compartimentos individualizados. Nessa

tabela constata-se que a média e a mediana ficaram próximas, bem como que os desvios padrões, os coeficientes de variação e os intervalos de confiança apresentaram valores pequenos baixos, indicando normalidade dos dados e boa precisão do experimento.

TABELA 1. Estatística descritiva dos percentuais médios de carbono para as espécies e seus compartimentos.

Espécie	Compartimento	Estatística Descritiva (%)				
		Média	Mediana	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Intervalo de confiança
<i>Spondia mombin</i> (Cajá)	Raiz	53,80	55,00	3,75	6,97	1,73
	Tronco	52,95	53,00	2,66	5,03	1,23
	Galho	52,84	53,05	2,87	5,44	1,32
	Folha	59,01	59,30	3,08	5,22	1,42
<i>Ficus Maxima</i> (Figueira)	Raiz	56,10	55,85	3,27	5,83	1,50
	Tronco	56,77	56,45	3,32	5,85	1,53
	Galho	57,66	55,20	4,60	6,97	2,13
<i>Cordia goeldiana</i> (Freijó)	Folha	45,29	45,50	1,79	3,96	0,83
	Raiz	51,66	52,75	3,57	6,91	1,65
	Tronco	50,81	50,90	2,44	4,80	1,13
	Galho	51,20	51,15	2,17	4,25	1,00
	Folha	47,81	48,50	3,07	6,42	1,42

Pela análise da Tabela 1, verifica-se que em relação ao compartimento a espécie *Ficus maxima* apresentou os maiores teores de carbono nos galhos, nas raízes e no tronco. Já, para as folhas o maior percentual foi encontrado para à *Spondia mombin*. Na espécie *C. goeldiana* foi observado uma maior concentração de carbono na raiz.

Nos estudos realizados por FERNANDES (2007) num plantio homogêneo de clones de *Hevea sp*, com 12 anos, na região da zona da mata mineira, os resultados do teor de carbono encontrados foram de 35,9% para os galhos, 30,1%, para o tronco, 29,9% para as raízes e 4,1% para as folhas. Comparando esses resultados com os obtidos no presente estudo, é possível verificar que a quantidade de carbono para determinados compartimentos das espécies *Cordia goeldiana*, *S.mombin* e *F.maxiama* foram superiores em relação aos observados para *Hevea sp*.

MENDOZA et al. (2012), trabalhando com quantificação de carbono em *Simarouba amara* Aubl, *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl, *Tectona grandis* L.f, verificaram que o teor de carbono no lenho não variou em função dos compartimentos das árvores, e que a *S. amara* foi a espécie que apresentou o maior percentual de carbono (45,37%), seguida da *T. impetiginosa* (44,44%) e de *Tectona grandis* (41,27%).

SILVA et al. (2015) determinaram o estoque de carbono em plantações comerciais de *Eucalyptus spp.* oriundos de plantios florestais da região do Vale do Paraíba Paulista, com idades entre 2,3 a 8 anos. Esses autores verificaram que em termos médios, a folha foi o componente que apresentou o maior teor de carbono em sua biomassa seca (50,44%), seguido do lenho (46,44%), galhos vivos (45,81%), galhos secos (44,98%) e casca (43,36%).

Outro estudo realizado por SILVA et al. (2014), avaliando os padrões de teores de carbono em diferentes espécies florestais e seus compartimentos, mostrou

que na análise de 334 amostras do gênero *Eucalyptus*, com grande importância no país, foram encontrados para os seguintes teores de carbono para os compartimentos avaliados: casca (40,93%), folhas (48,46%), galho morto (43,79%), galho vivo (43,77%), madeira (43,24%) e raiz (42,59%). Embora, os resultados obtidos nesta pesquisa para a espécie *F. máxima*, cuja ecologia se assemelha ao do eucalipto, mostrou teores de carbono para as folhas menor que aqueles encontrados pelos dois autores acima citados, nós observamos para os compartimentos tronco, raiz e galhos teores de carbono superiores.

Os maiores teores de carbono nos galhos, como o encontrado para a espécie *F. máxima* deste estudo, também foi relatado em um estudo de CUBAS et al. (2016), que quantificaram o teor de carbono nos compartimentos de *Pinus taeda* L., oriundas de uma floresta plantada, localizada no município de Três Barras – Santa Catarina. Os autores verificaram que o teor de carbono decrescia na seguinte ordem: galhos > acículas > raiz > fuste. No entanto, WATZLAWICK et al. (2013) afirmam que em populações de *Pinus taeda*, o fuste tem uma maior contribuição no teor de carbono devido à grande atividade cambial da espécie. O fato de não ter sido observado maiores teores de carbono para os troncos das três espécies deste estudo pode ter sido ocasionada por fatores como idade, origem e condições climáticas que afetam a variável estudada.

Nas Figuras 1 e 2 apresentam-se, respectivamente, os dendrogramas para as espécies e os compartimentos. Pode-se constatar que as espécies *C. goeldiana* e *F. maxima* possuem semelhança quanto ao teor de carbono, uma vez que ambas as espécies formaram um só grupo. Já, a *Spondia mombin* foi a espécie que apresentou o menor teor de carbono em comparação com as outras duas, ficando em um grupo isolado (Figura 1). Para os compartimentos nota-se que o tronco e os galhos (parte intermediária da árvore) formaram um só grupo e as raízes e as folhas (extremidades da árvore), mostraram dois grupos distintos.

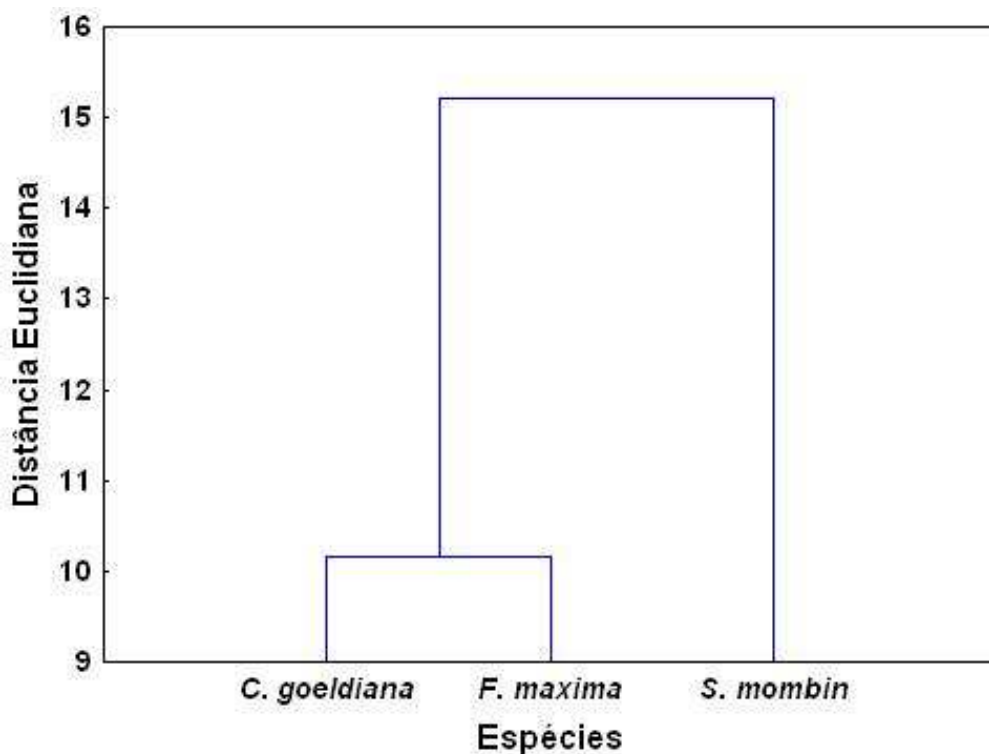


FIGURA 1. Dendrograma das espécies pesquisadas

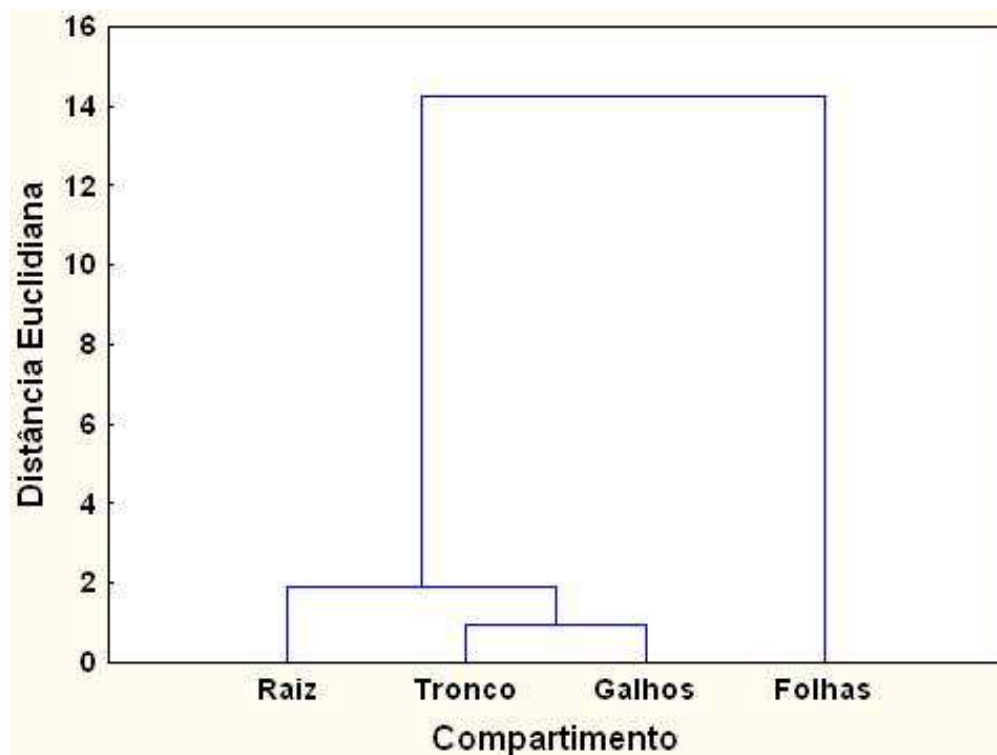


FIGURA 2. Dendrograma dos compartimentos das espécies pesquisadas

Na Figura 3 representa-se a matriz de dados com as distâncias euclidianas por meio de cores (“Heatmap”), correspondentes às espécies e aos compartimentos. De acordo com essa Figura, as folhas de *Spondia mombin* e os galhos, tronco e raiz de *Ficus maxima* foram as variáveis que mais contribuíram para diferenciar os teores de carbono. Entretanto, a espécie *Cordia goeldiana*, independente do compartimento mostrou pouca influência na diferenciação do teor de carbono.

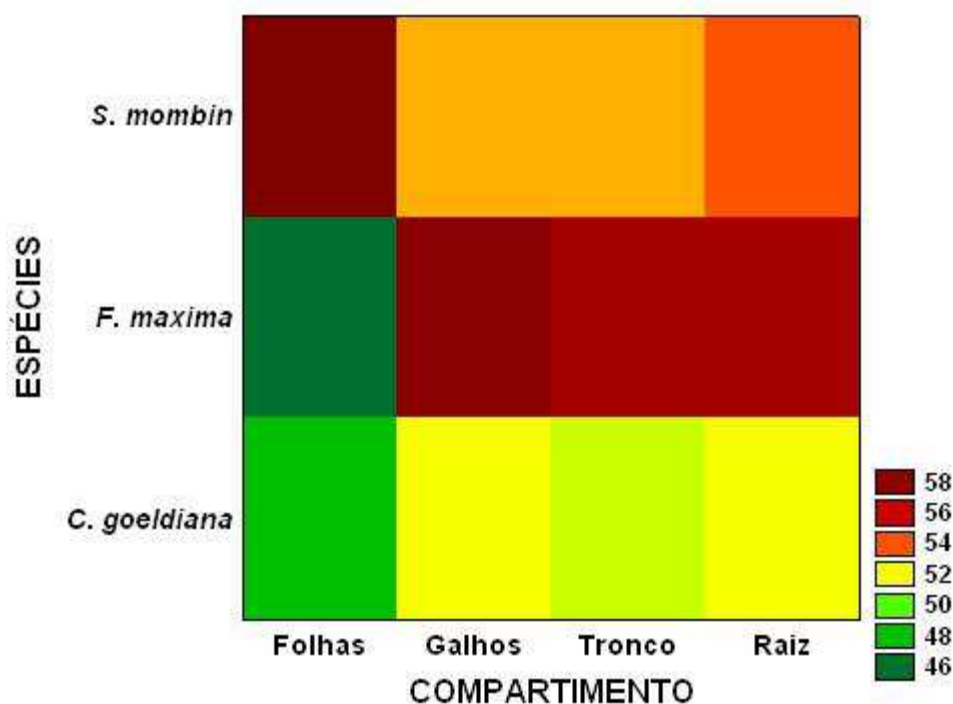


FIGURA 3. Heatmap das espécies e seus compartimentos

CONCLUSÕES

O conjunto de resultados desta pesquisa mostrou que existe diferença, nos teores de carbono entre as espécies estudadas e entre os compartimentos avaliados (folhas, tronco, galhos e raiz). Portanto, a quantificação dos teores de carbono específicos para cada espécie é essencial para um levantamento preciso dos estoques de carbono. Este estudo servirá para subsidiar projeções de acúmulo de carbono na forma de biomassa arbórea, permitindo uma quantificação dos estoques existentes e dos que, ainda, serão formados futuramente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA E.; JÚNIOR J.H.C.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* LF) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.20, n.4; p.559-568, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.5902/198050982414>.

BARBOSA, R. R. N.; SILVA A. A.; NEVES, M. G.; GALVÃO A. R. A., NETO, C. F. O. Produção e sequestro de carbono na atmosfera. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, GO, v.9, n.16; p. 1783-1798, 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/producao%20e%20sequestro.pdf>>. Acesso em 10 de setembro de 2016.

CUBAS, R.; COSTA, E. A.; ZANIZ, V. Carbon contents and modelling of total organic carbon for *Pinus taeda* L. from natural regeneration. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.40, n.4, p.661-668, 2016. doi.org/10.1590/0100-67622016000400009.

DALLAGNOL F.S.; SANQUETTA C.R.; NISGOSKI S.; MOGNON F. Estimativa dos teores de carbono por espectroscopia no infravermelho em *Merostachys skvortzovii* (bambusoidae). **Floresta**, Curitiba, PR, v.43, n.2; p. 281-288, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v43i2>.

FERNANDES T. J. G.; SOARES, C. P. B.; GONÇALVES L. A. J.; ALVARENGA, A. P. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 657-665, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000400010>

MENDOZA, Z. M. S. H; BORGES, P. H. M.; MOREIRA, W.S. Teor de carbono em três espécies arbóreas provenientes de reflorestamento em Mato Grosso. **Multitemas**, Campo Grande, MS, n. 41, p. 35-49, jan./jun. 2012.

SILVA, S. A.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; BARRETO, T.G. teores de carbono médios para compartimentos e espécies florestais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, GO, v.10, n.19; p. 2990, 2014. Disponível em <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/teores%20de%20carbono.pdf>

SILVA C. A.; KLAUBERG, C.; CARVALHO, S. P. C.; PICCOLO, M. C.; RODRIGUEZ, L. C. E. Estoque de carbono na biomassa aérea florestal em plantações comerciais de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 43, n. 105, p. 135-146, 2015. Disponível em <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr105/cap13.pdf>

SOUZA, J.T.; LUAN, D. F. Quantificação da biomassa e do carbono em povoamento de *Eucalyptus grandis* w. Hill ex Maiden, em Santa Maria, RS. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 253-262, 2013. <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/index>.>

WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; GODINHO, T. O.; BALBINOT, R.; TRAUTENMULLER, J. W. Aboveground stock of biomass and organic carbon in stands of *Pinus taeda* L. **Cerne**, Lavras, MG, v.19, n.3, p.509-515, 2013. <http://www.cerne.ufla.br/ojs/index.php/CERNE/issue/view/63>